

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan saat ini bidang industri di negara Indonesia mengalami peningkatan salah satunya yaitu industri kimia. Tetapi Indonesia masih banyak mengimpor bahan-bahan kimia dari industri di luar negeri termasuk mononitrotoluena (MNT). Dalam hal ini industri kimia di dalam negeri yang tumbuh pesat akan menimbulkan kondisi di mana industri tersebut tidak hanya dituntut untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun dapat menjadi komoditi ekspor, sehingga dapat menghasilkan pendapatan dan devisa negara.

Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek cerah adalah *aromatic compound* seperti MNT. Produksi MNT ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Indonesia. Selama ini untuk memenuhi MNT di Indonesia dilakukan dengan mengimpor dari Amerika Serikat, Inggris, dan Jerman. Selain itu dengan pendirian pabrik MNT diharapkan dapat menstimulasi tumbuhnya industri-industri baru yang berhubungan dengan nitrotoluena.

Keuntungan pendirian pabrik MNT antara lain ada 4.

- a. Meningkatkan devisa Negara.
- b. Memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi industri MNT.
- c. Memenuhi kebutuhan MNT dalam negeri.
- d. Membuka lapangan pekerjaan baru.

1.2 Kapasitas Perancangan

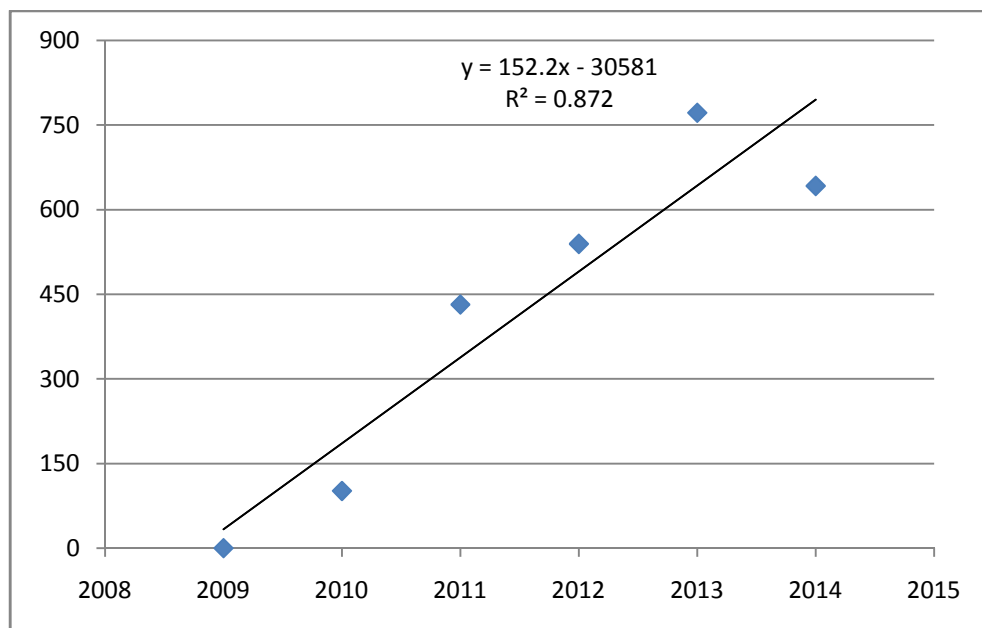
Pada prarancangan pabrik MNT dari toluena dan asam campuran yang akan didirikan pada tahun 2020 ini berkapasitas sebesar 25.000 ton per tahun. Dalam pemilihan kapasitas pabrik MNT ada tiga pertimbangan.

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri

Kebutuhan MNT dalam negeri dapat dilihat dalam data BPS impor dalam jangka waktu 2009-2014. Data impor MNT dari 2009 sampai tahun 2014. Data impor MNT dari 2009 sampai tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 1 (BPS, 2014).

Tabel 1.1. Data impor MNT tahun 2004-2014

Tahun	Jumlah impor (kg)
2009	1.913.544
2010	101.358
2011	431.66
2012	539.351
2013	771.608
2014	641.976



Gambar 1.1. Hubungan tahun dengan kebutuhan MNT

Dari Gambar 1.1. diperoleh persamaan $y = 152.2x - 30581$

Dimana y adalah kebutuhan MNT dan x adalah tahun, perkiraan kebutuhan MNT pada tahun 2020.

$$y = 152.2x - 30581$$

$$= 152.2(2020) - 30581 = 276.863 \text{ kg/tahun.}$$

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku toluena, asam nitrat, dan asam sulfat sudah banyak diproduksi di Indonesia, sehingga keberlangsungan ketersediaan bahan baku terjamin. Mengingat memadainya bahan baku dan tingkat permintaan MNT yang cukup besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik MNT di Indonesia.

3. Kapasitas pabrik MNT di luar negeri

Pada tahun 1993 pabrik di Amerika Serikat memproduksi MNT sebesar 26.000 ton/tahun. Sedangkan di Jerman dalam kurun waktu 1993-1999 memproduksi MNT kurang lebih sekitar 10.000-50.000 ton/tahun. Salah satu dari pabrik tersebut pada tahun 2000 memproduksi MNT sebesar 34.400 ton/tahun. Pada tahun 2003 sebuah pabrik di Italia memproduksi MNT sebesar 49.200 ton/tahun (Europa, 2015).

Dengan pertimbangan kapasitas minimum dan kebutuhan impor MNT di Indonesia maka diperoleh kapasitas pabrik MNT yang akan berdiri tahun 2020 sebesar 25.000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan mempertimbangkan kapasitas pabrik MNT di luar negeri yang cukup besar, maka selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sisa produk tersebut dapat diekspor ke luar negeri.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik MNT ini terletak di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Ketepatan pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik tersebut secara teknis dan ekonomis di masa yang akan mendatang.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik ada 5.

1.3.1 Sumber Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor yang penting dalam pemilihan lokasi pabrik, jika bahan yang dikonsumsi dalam jumlah

yang besar dan sumber bahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik dapat memperkecil biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Untuk bahan bakupembuatan MNT ini adalah toluena, asam nitrat, dan asam sulfat. Toluena didatangkan dari PT Pertamina (persero) *recovery unit* (RU) IV Cilacap, Jawa Tengah, sedangkan asam nitrat diperoleh dari PT Multi Nitrotama Kimia di Cikampek dan asam sulfat dapat diperoleh dari PT Timuraya Tunggal di Karawang, untuk natrium hidroksida diperoleh dari PT Asahimas Chemical.

1.3.2. Letak Pasar

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) kebutuhan MNT di dalam negeri masih rendah sekitar 4% dari produksi yang direncanakan maka 96% sisanya akan dipasarkan sebagai komoditi ekspor ke luar negeri.

1.3.3. Fasilitas Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan lokasi pabrik. Tersedianya sarana transportasi yang memadai yaitu jalan raya dan dekat dengan pelabuhan Tanjung IntanCilacap, sehingga pemasaran produk yang sebagai komoditi ekspor tidak mengalami kesulitan.

1.3.4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan faktor yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik. Karena di Jawa Tengah merupakan daerah industri yang kepadatan penduduknya tinggi sehingga dapat menjamin penyediaan tenaga kerja yang mencukupi.

1.3.5. Utilitas

Fasilitas utilitas yang utama meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang sudah masuk ke lokasi pabrik dan sarana lain seperti air juga tersedia di Cilacap.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

MNT dapat dibuat dengan 3 proses (Kirk dan Othmer,1996).

1. Nitration toluena dengan asam campuran, proses kontinyu.

Pada prinsipnya proses kontinyu sama dengan proses *batch*, akan tetapi perbedaannya ada 3.

- a. Volume reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.
- b. Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah. Pada proses *batch* konsentrasi HNO_3 28-32%, sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi HNO_3 1-8%.
- c. Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena ukuran reaktor lebih kecil sehingga pengadukan lebih efisien.

Selain mempunyai banyak kelebihan, proses kontinyu juga mempunyai kekurangan yaitu penggunaan *nitrating agent*, dengan salah satu komponen dari penitrasi tersebut adalah H_2SO_4 yang merupakan asam yang sangat korosif. Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga dapat diperkirakan biayanya tinggi.

2. Nitration toluena dengan asam campuran dengan proses *batch*.

Tahap-tahap proses *batch* ada 7.

- a. Pada proses *batch* konsentrasi asam campuran terdiri dari 12-20% H_2O , 28-32% HNO_3 , 52-56% H_2SO_4 .
- b. Toluena dimasukkan nitrator dan didinginkan sampai suhu 25°C.
- c. Asam campuran ditambahkan dengan perlahan ke permukaan toluena dan suhu reaksi campuran dijaga 25°C.
- d. Setelah semua campuran asam ditambahkan, suhu dinaikkan sampai suhu 35-40°C.
- e. Produk yang keluar dari nitrator dipisahkan dalam separator.
- f. MNT dinetralkan dengan NaOH.
- g. Pemurniaan dilakukan dengan distilasi. *Yield* yang diperoleh sekitar 96% dengan waktu reaksi secara batch sekitar 2 jam.

Kerugian proses *batch* adalah waktu proses lebih lama dan ukuran alat yang lebih besar sehingga dari segi ekonomi tidak menguntungkan.

3. Nitration toluena dengan asam nitrat proses kontinyu

Dalam proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi tergantung pada asam nitrat. Proses ini kurang menguntungkan karena dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan MNT dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Jadi dari segi ekonomi kurang menguntungkan.

Tabel 1.2. Kelebihan dan kekurangan macam-macam proses pembuatan MNT.

Jenis proses	Kelebihan	Kekurangan
Nitrasi toluena dengan asam campuran dengan proses kontinyu	<ul style="list-style-type: none">- Volume reaktor yang digunakan lebih kecil.- Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah.- Kecepatan reaksi lebih tinggi.	<ul style="list-style-type: none">- Penggunaan nitrating agent (H_2SO_4) yang sangat korosif.- Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga biayanya tinggi.
Nitrasi toluena dengan asam campuran dengan proses batch	<ul style="list-style-type: none">- Pengaturan suhu lebih mudah	<ul style="list-style-type: none">- Waktu proses lebih lama.- Ukuran alat lebih besar sehingga tidak menguntungkan.
Nitrasi toluena dengan asam nitrat proses kontinyu		<ul style="list-style-type: none">- Membutuhkan bahan baku yang banyak.- Membutuhkan ukuran alat yang jauh lebih besar sehingga kurang menguntungkan.

Keuntungan dan kerugian pada proses pembuatan MNT telah diuraikan di atas, maka dalam perancangan dipilih proses nitration dengan asam campuran dengan proses kontinyu. Pemilihan ini didasarkan pada 6 kelebihan dibanding dengan proses lainnya (Kirk dan Othmer, 1996).

-) *Yield* yang dihasilkan lebih tinggi menjadi 98%.
-) H_2SO_4 merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO_3 lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO_2^+).
-) H_2SO_4 merupakan *dehydrator* yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
-) Biaya produksi lebih rendah, tenaga kerja lebih sedikit.
-) Ukuran alat lebih kecil dibandingkan proses *batch* dan proses yang menggunakan asam nitrat saja.
-) Faktor keamanan lebih baik, reaksi lebih cepat karena pengadukan yang efektif.

Pada nitrasi aromatik, katalis asam sulfat memprotonasi asam nitrat, yang kemudian melepas air dan menghasilkan ion nitronium, yang mengandung atom nitrogen bermuatan positif. Ion nitronium, yaitu elektrofili kuat, kemudian menyerang cincin aromatik.

Nitrasi toluena biasanya berjalan pada suhu yang lebih rendah dibanding kebutuhan proses nitrasi benzena untuk meminimalkan produk oksidatif samping. Oleh karena itu, kecepatan reaksi nitrasi toluena lebih cepat dari benzena, kondisi temperatur yang lebih rendah juga akan mengurangi pembentukan dinitrotoluena.

1.4.2. Kegunaan Produk

MNT sangat berguna bagi bahan baku pembuatan zat warna sintetik, bahan baku untuk pembuatan busa poliuretan yang merupakan bahan isolasi refrigerator dan pembuatan trinitrotoluena (Kirk dan Othmer, 1996).

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Bahan baku

a. Toluena

1) Sifat fisika

Rumus kimia	: C_7H_8
Bentuk	: Cair (30°C , 1 atm)
Warna	: Jernih tidak berwarna

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| Berat molekul | : 92,141 g/mol |
| Titik lebur | : -94,97°C |
| Titik didih | : 110,63°C |
| Densitas (20°C) | : 0,8665 g/ml |
| Viskositas (25°C) | : 0,548 cP |
| Suhu kritis | : 318,65°C |
| Tekanan kritis | : 41,8 atm |
| Panas pembentukan (25°C) | : 50,17 kJ/mol |
| Panas pencampuran (25°C) | : 6,62 kJ/mol |
| Energi bebas pembentukan (25°C) | : 122,2 kJ/mol |
- 2) Sifat kimia (Kirk dan Othmer, 1996)
- Nitrase
- Toluena bereaksi dengan asam nitrat membentuk MNT.

b. Asam nitrat

1) Sifat fisika (Kirk dan Othmer, 1996).

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| Rumus kimia | : HNO_3 |
| Bentuk | : Cair (30°C, 1atm) |
| Warna | : Jernih |
| Berat molekul | : 63,0129 g/mol |
| Titik lebur | : -41,59°C |
| Titik didih | : 83°C |
| Densitas (20°C) | : 1,509 g/ml |
| Viskositas (25°C) | : 0,808 cP |
| Suhu kritis | : 246,85°C |
| Tekanan kritis | : 68,90 Bar |
| Panas pembentukan (25°C) | : -174,10 kJ/mol |
| Panas pencampuran (25°C) | : 10,48 kJ/mol |
| Energi bebas pembentukan (25°C) | : -80,71 kJ/mol |

2) Sifat kimia

-) Asam nitrat adalah suatu asam monobasa yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan senyawa basa dalam bentuk garam.
-) Asam nitrat merupakan senyawa yang berperan dalam proses nitrasi sebagai *nitrating agent*.
-) Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat

2. Bahan Pembantu

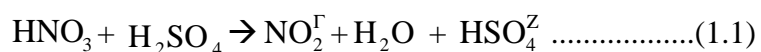
1. Asam sulfat (Perry dan Green, 1997).

a. Sifat fisika

Rumus kimia	: H_2SO_4
Bentuk	: Cairan pekat(30°C,1atm)
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 98,078 g/mol
Titik leleh	: 10,4°C
Titik didih	: 340°C
Densitas (20°C)	: 1,84 g/ml
Viskositas (25°C)	: 23,541 cP
Suhu kritis	: 651,85°C
Panas pembentukan (25°C)	: -460,2 kJ/mol
Panas pencampuran (25°C)	: 10,711 kJ/mol
Energi bebas pembentukan (25°C)	: 359,9 kJ/mol

b. Sifat kimia (Kirk dan Othmer, 1996)

-) Asam sulfat bereaksi dengan asam nitrat untuk membentuk ion nitrit atau nitronium (NO_2^+) yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi. Dalam reaksi nitrasi, sifat asam sulfat ini mencegah asam nitrat membentuk ion hidrogen (H^+) dan ion (HNO_3^{2-}) dan hanya membentuk ion nitronium.



) Mempunyai daya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2. Natrium hidroksida (Perry dan Green, 1997)

a. Sifat fisika

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 40g/gmol
Bentuk	: cair
Titik didih	: 1390°C
Titik leleh	: 318°C
Densitas	: 2,1 g/cm ³

b. Sifat kimia

-) Menstabilkan kondisi pH
-) Merupakan basa kuat
-) Mudah larut dalam air

3. Produk

1. MNT (Kirk dan Othmer, 1996).

a. Sifat fisika

Rumus kimia	: $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3\text{NO}_2$
Bentuk	: Cairan
Warna	: Kuning jernih
Berat molekul	: 137,138 g/mol
Titik leleh	: 16,05°C
Titik didih	: 231,85°C
Densitas (20°C)	: 1,286 g/ml
Viskositas (25°C)	: 1,2 cP
Suhu kritis	: 462,85°C
Tekanan kritis	: 38 Bar
Panas pembentukan (25°C)	: 45,5 kJ/mol
Panas pencampuran (25°C)	: 16,676 kJ/mol

Energi bebas pembentukan (25°C) : 162,06 kJ/mol

b. Sifat kimia

Dapat dioksidasi menjadi *m-nitrobenzoic acid* dengan asam kromat dalam larutan alkali.

1.4.4. Tinjauan Proses secara umum

Reaksi nitrasi membantu untuk menempatkan satu atau lebih gugus nitro (-NO₂) ke dalam molekul yang direaksikan. Gugusan nitro diikat oleh karbon menjadi bentuk nitroaromatik atau campuran nitroparafinik. Dapat juga diikat oleh oksigen untuk membentuk nitrat ester atau dengan nitrogen untuk membentuk nitroamin.

Bermacam-macam reagen dapat digunakan untuk *nitrating agent*. Sebagai contoh asam nitrat dalam bentuk larutan, campuran asam nitrat dan asam sulfat, nitrogen pentoxide dan nitrogen *tetraoxide*. Untuk memilih sistem nitrasi untuk proses nitrasi, penting untuk diketahui adalah macam-macam spesies yang ada dalam sistem dan mengerti mekanisme reaksinya.

Sistem asam nitrat-asam sulfat, biasa dikenal sebagai asam campuran, adalah media untuk menitrasi yang sangat penting, adanya asam sulfat memberikan pengaruh pada ionisasi asam nitrat menjadi ion nitril (NO₂⁺).